BAB III
PEMBAHASAN

Dalam bab III ini, akan dibahas mengenai bentuk umum model *Autoregressive Conditional Duration* (*ACD*), model *Autoregressive Conditional Duration* dengan *error* berdistribusi Eksponensial (*EACD*), beserta langkah-langkah perumusan model dan penerapan model *EACD* pada data runtun waktu finansial.

A. Model *Autoregressive Conditional Duration*

Berkembangnya pasar finansial menyebabkan semakin banyak transaksi yang terjadi, sehingga data yang tercatat pun mempunyai frekuensi yang tinggi. Model durasi dikembangkan untuk menganalisis data transaksi yang mempunyai interval waktu yang sangat pendek atau data transaksi yang dicatat dalam frekuensi tinggi (*ultra high frequency data*). Model *ACD* ini diperkenalkan pertama kali oleh Robert F. Engle dan Jeffrey R. Russell pada tahun 1998.

Misalkan $t_0, t_1, t_2, \ldots, t_n$ menunjukkan saat terjadinya transaksi dan n adalah banyaknya transaksi, serta X_i merupakan interval antara dua waktu kedatangan (durasi). Dengan demikian $X_i = t_i - t_{i-1}$. Model *ACD* ditentukan oleh kondisi dimana ψ_i merupakan ekspektasi bersyarat dari durasi ke-i dengan diberikannya waktu kedatangan sebelumnya, yang dinyatakan pada persamaan dibawah ini:

$$\psi_i = E\left(X_i \middle| X_{i-1}, \ldots X_1\right) \tag{3.1}$$

Model umum *ACD* (Tsay, 2005: 227) didefinisikan sebagai berikut:

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i \tag{3.2}$$

dengan $\{\varepsilon_i\}$ adalah barisan peubah acak yang berdistribusi sama dan saling bebas dan $E(\varepsilon_i) = 1$.

Diasumsikan ψ_i (Tsay, 2005: 227) berbentuk:

$$\psi_i = \omega + \sum_{j=1}^{r} \alpha_j X_{i-j} + \sum_{j=1}^{s} \beta_j \psi_{i-j} \tag{3.3}$$

Persamaan (3.3) menunjukan suatu ekspektasi bersyarat dari durasi ke-i yang bergantung pada r langkah dari durasi dan s langkah dari ekspektasi durasi. Oleh karena itulah model tersebut dinamakan model *ACD*(r,s). Apabila *error* dalam persamaan (3.2) berdistribusi eksponensial maka model di atas disebut model *Exponential Autoregressive Conditional Durtaion* (*EACD*).

Bentuk umum model *EACD*(r,s) (Tsay, 2005: 228) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

dengan $$\psi_i = \omega + \sum_{j=1}^{r} \alpha_j X_{i-j} + \sum_{j=1}^{s} \beta_j \psi_{i-j}$$

dan $\varepsilon_i \sim EXP(1)$.

Model paling sederhana dari model *EACD*(r,s) adalah *EACD*(1,1), dapat dinyatakan

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

$$\psi_i = \omega + \alpha_1 X_{i-1} + \beta_1 \psi_{i-1}.$$

B. Nilai Harapan dan Variansi dari Durasi Model *EACD*

Misalkan terdapat model *EACD*(r,s) sebagai berikut:

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i \quad ; \qquad \varepsilon_i \sim EXP(1) \tag{3.4}$$

dengan $$\psi_i = \omega + \sum_{j=1}^{r} \alpha_j X_{i-j} + \sum_{j=1}^{s} \beta_j \psi_{i-j}. \tag{3.5}$$

Nilai harapan dari durasi (X_i) untuk model *EACD*(r,s) dapat diperoleh dengan mengambil ekspektasi pada kedua ruas persamaan (3.4) dan (3.5) yaitu

$$E(X_i) = E(\psi_i)E(\varepsilon_i) \qquad \Rightarrow \qquad E(X_i) = E(\psi_i)$$

$$E(\psi_i) = E(\omega) + E(\alpha_1 X_{i-1}) + E(\beta_1 \psi_{i-1})$$

$$E(\psi_i) = \omega + \alpha_1 E(X_{i-1}) + \beta_1 E(\psi_{i-1})$$

dengan menggunakan sifat stasioner yaitu $E(X_i) = E(X_{i-1})$ dan $E(\psi_i) = E(\psi_{i-1})$ diperoleh:

$$E(\psi_i) = \omega + \alpha_1 E(X_i) + \beta_1 E(\psi_i)$$

$$E(\psi_i) = \omega + \alpha_1 E(\psi_i) + \beta_1 E(\psi_i)$$

$$E(\psi_i) - \alpha_1 E(\psi_i) - \beta_1 E(\psi_i) = \omega$$

$$E(\psi_i)(1 - \alpha_1 - \beta_1) = \omega$$

$$E(\psi_i) = \frac{\omega}{1 - \alpha_1 - \beta_1}$$

$$E(\psi_i) = \mu_x = \frac{\omega}{1 - \alpha_1 - \beta_1} \quad (3.6)$$

karena $E(\varepsilon_i^2) = 2$ maka: $E(X_i^2) = E(\psi_i^2\, \varepsilon_i^2)$ dan $E(X_i^2) = 2E(\psi_i^2)$ (3.7)

Kuadratkan kedua ruas pada persamaan (3.5) dan diperoleh:

$$\psi_i^2 = (\omega + \alpha_1 X_{i-1} + \beta_1 \psi_{i-1})^2$$

$$\psi_i^2 = \omega^2 + 2\omega\alpha_1 X_{i-1} + (\alpha_1 X_{i-1})^2 + 2\alpha_1 X_{i-1}\beta_1\psi_{i-1} + (\beta_1 \psi_{i-1})^2 + 2\omega\beta_1 \psi_{i-1}$$

$$\psi_i^2 = \omega^2 + (\alpha_1 X_{i-1})^2 + (\beta_1 \psi_{i-1})^2 + 2\omega\alpha_1 X_{i-1} + 2\alpha_1 X_{i-1}\beta_1 \psi_{i-1}$$

$$+ 2\omega\beta_1 \psi_{i-1} \quad (3.8)$$

Dengan mengambil ekspektasi pada persamaaan (3.8) didapat

$$E(\psi_i^2) = E(\omega^2) + E(\alpha_1 X_{i-1})^2 + E(\beta_1 \psi_{i-1})^2 + E(2\omega\alpha_1 X_{i-1})$$

$$+ E(2\alpha X_{i-11} \beta_1 \psi_{i-1}) + E(2\omega\beta_1 \psi_{i-1})$$

$$E(\psi_i^2) = \omega^2 + \alpha_1^2 E\left[(X_{i-1})^2\right] + \beta_1^2 E\left[(\psi_{i-1})^2\right] + 2\omega\alpha_1 E(X_{i-1})$$

$$+ 2\alpha_1 \beta_1 E(X_{i-1}) E(\psi_{i-1}) + 2\omega\beta_1 E(\psi_{i-1}) \qquad (3.9)$$

Menggunakan sifat stasioneritas yaitu $E(X_i) = E(X_{i-1})$ dan $E(\psi_i) = E(\psi_{i-1})$ maka persamaan (3.9) menjadi

$$E(\psi_i^2) = \omega^2 + \alpha_1^2 E\left[(X_i)^2\right] + \beta_1^2 E\left[(\psi_i)^2\right] + 2\omega\alpha_1 E(X_i) + 2\alpha_1 \beta_1 E(X_i) E(\psi_i)$$

$$+ 2\omega\beta_1 E(\psi_i)$$

$$E(\psi_i^2) - \alpha_1^2 E\left[(X_i)^2\right] - \beta_1^2 E\left[(\psi_i)^2\right] = \omega^2 + 2\omega\alpha_1 E(X_i)$$

$$+ 2\alpha_1 \beta_1 E(X_i) E(\psi_i) + 2\omega\beta_1 E(\psi_i)$$

$$E(\psi_i^2) - \alpha_i^2 E\left[(\psi_i)^2\right] - \beta_1^2 E\left[(\psi_i)^2\right] = \omega^2 + 2\omega\alpha_1 \mu_x + 2\alpha_1 \beta_1 \mu_x \mu_x$$

$$+ 2\omega\beta_1 \mu_x$$

$$E(\psi_i^2)\left[1 - 2\alpha_1^2 - \beta_1^2\right] = \omega^2 + 2\omega\alpha_1 \mu_x + 2\alpha_1 \beta_1 \mu_x^2 + 2\omega\beta_1 \mu_x$$

$$E(\psi_i^2) = \frac{\omega^2 + 2\omega\alpha_1 \mu_x + 2\alpha_1 \beta_1 \mu_x^2 + 2\omega\beta_1 \mu_x}{1 - 2\alpha_1^2 - \beta_1^2}$$

$$E\left(\psi_i^2\right) = \frac{\mu_x[2\omega\alpha_1 + 2\alpha_1\beta_1\mu_x + 2\omega\beta_1] + \omega^2}{1 - 2\alpha_1^2 - \beta_1^2} \tag{3.10}$$

Akan ditentukan Variansi untuk X_i dengan menggunakan persamaan (3.6) dan (3.10) yaitu

$$Var(x_i) = E\left(X_i^2\right) - [E(X_i)]^2$$

$$= 2E\left(\psi_i^2\right) - [E(X_i)]^2$$

$$Var(X_i) = 2\left[\frac{\mu_x(2\omega\alpha_1 + 2\alpha_1\beta_1\mu_x + 2\omega\beta_1) + \varpi^2}{1 - 2\alpha_1^2 - \beta_1^2}\right] - \mu_x^2 \tag{3.11}$$

dengan $\mu_x = \dfrac{\omega}{1 - \alpha_1 - \beta_1}$.

C. Langkah-langkah Perumusan Model *ACD*

Untuk menganalisis data runtun waktu finansial yang mempunyai waktu antar transaksi yang pendek dengan menggunakan model *ACD* dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung durasi

Tahap awal dalam pengujian model *ACD* adalah dengan menghitung durasi atau interval antara dua waktu kedatangan yaitu $X_i = t_i - t_{i-1}$, dengan X_i adalah durasi ke-i, t_i adalah saat terjadinya transaksi ke-i dan t_{i-1} adalah saat terjadinya transaksi sebelumnya.

2. Menyelaraskan data.

Setelah diperoleh data durasi, langkah selanjutnya adalah menyelaraskan data. Seperti halnya pada volatilitas, laju kedatangan dari transaksi dalam suatu pasar saham, pada umumnya akan terdapat suatu pola harian yaitu durasi pada waktu pembukaan dan pada waktu mendekati penutupan akan mempunyai durasi yang pendek jika dibandingkan dengan waktu-waktu yang lain (Tsay, 2005: 212).

Engle & Russel (1998) mengusulkan untuk memasukkan suatu hubungan tambahan pada sisi kanan persamaan (3.2) yaitu dengan memperhitungkan pola harian durasi dari suatu saham, sehingga durasi ke-i dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$X_i = \phi_i \psi_i \varepsilon_i \tag{3.12}$$

Dengan demikian, ψ_i merupakan ekspektasi dari durasi setelah memisahkan bentuk deterministik. Ekspektasi yang belum di standardisasikan ini dinyatakan oleh $\phi_i \psi_i$, dengan ϕ_i merupakan komponen deterministik dan ψ_i merupakan komponen stokastik.

Pola harian tersebut dapat diestimasi dengan metode *smoothing spline*

(Tsay, 2005: 225) untuk memodelkan bentuk deterministik.

Tujuan dari penyelarasan data ini adalah untuk membuang pola harian dari efek hari, yaitu dengan mengambil nilai rasio dari durasi terhadap nilai penyesuaiannya. Dari penyelarasan data ini, akan diperoleh data durasi yang sudah diselaraskan.

Durasi yang sudah diselaraskan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\tilde{X}_i = \frac{X_i}{\phi_i} \tag{3.13}$$

Durasi yang telah diselaraskan ini diharapkan akan bebas dari pola harian (*Diurnal Pattern*).

3. Menguji adanya efek *ACD*

Langkah selanjutnya yaitu pengujian adanya efek *ACD* dengan menggunakan *correlogram* maupun uji Ljung-Box. Pengujian ada tidaknya efek *ACD* dapat dilihat melalui *correlogram*. Jika tidak ada efek *ACD* maka *ACF* dan *PACF* seharusnya adalah nol pada semua *lag* atau secara statistik tidak signifikan. Uji Ljung-Box mengikuti distribusi khi-kuadrat (χ^2) dengan derajat kebebasan (db) sebesar *m* (*lag* maksimum). Jika nilai statistik *LB* lebih kecil dari nilai kritis statistik dari tabel distribusi khi-kuadrat maka tidak ada efek *ACD* dalam data. Sebaliknya jika nilai statistik Ljung-Box lebih besar dari nilai kritis statistik dari tabel distribusi khi-kuadrat maka data mengandung efek *ACD*. Adapun langkah-langkah hipotesis uji Ljung-Box adalah

a). merumuskan hipotesis

H_0 : $\rho_\varepsilon(k) = 0$ untuk semua nilai k, yaitu nilai semua koefisien *ACF* tersebut sampai dengan *lag* tertentu sama dengan nol.

H_1 : Minimal ada 1 *lag* dengan $\rho_\varepsilon(k) \neq 0$.

atau

H_0 : tidak terdapat efek *ACD* pada data.

H_1 : terdapat efek *ACD* pada data.

b). menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi (α) = 5%.

c). statistik uji

statistik uji yang digunakan adalah uji Ljung-Box. Rumus yang digunakan untuk uji dari Ljung-Box (Widarjono, 2005: 329) adalah

$$LB_{hitung} = n(n+2)\sum_{k=1}^{m} \frac{\hat{\rho}_\varepsilon^2(k)}{n-k} \tag{3.14}$$

dengan

n : ukuran sampel

m : *lag* maksimum

$\hat{\rho}_{\varepsilon}(k)$: autokorelasi, untuk $k = 1,2,\ldots,p$

Penentuan besaran *m* biasanya ditetapkan sebanyak dua musim atau secara umum sebanyak 20 periode (Aritonang, 2002: 104).

d). menentukan kriteria pengujian

Uji Ljung-Box mengikuti distribusi khi-kuadrat (χ^2) dengan derajat kebebasan (db) sebesar *m* (*lag* maksimum). H_0 ditolak jika LB_{hitung} > LB_{tabel} dari tabel distribusi χ^2, artinya terdapat efek *ACD* sampai *lag p*.

e). melakukan perhitungan

Menghitung LB_{hitung} berdasarkan rumus (3.14) dan LB_{tabel} berdasarkan tabel distribusi χ^2.

f). menarik kesimpulan

Kesimpulan hipotesis diperoleh berdasarkan kriteria pengujian yaitu jika H_0 ditolak maka terdapat efek *ACD* sampai *lag p*.

4. Estimasi Parameter Model *EACD*(r,s)

Untuk mendapatkan estimasi parameter, akan dicari fungsi *likelihood* yaitu dengan menggunakan fungsi densitas model *EACD*(r,s) yang dinyatakan berikut ini.

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

dengan $\psi_i = \omega + \sum_{j=1}^{r} \alpha_j X_{i-j} + \sum_{j=1}^{s} \beta_j \psi_{i-j}$

dan $\varepsilon_i \sim EXP(1)$.

Fungsi densitas peluang untuk $X \sim EXP(1)$ adalah

$f(x) = e^{-x}$, atau

$f(x) = \exp(-x)$, $x > 0$

dengan transformasi peubah acak yang dinyatakan dengan rumus

$$f(x) = f(g(x)) \left| \frac{d}{dx} g(x) \right|$$

dan $g(x) = \varepsilon_i = \dfrac{x_i}{\psi_i}$

diperoleh

$$f(x_i; \theta) = \frac{1}{\psi_i} \exp\left[-\left(\frac{x_i}{\psi_i} \right) \right].$$

Misalkan L_i menyatakan fungsi *likelihood* untuk pengamatan ke-i dan ukuran sampel dinyatakan dengan T, maka

$$L_i = \log f(x_i;\theta)$$

$$L_i = \log\left[\frac{1}{\psi_i}\exp\left\{-\left(\frac{x_i}{\psi_i}\right)\right\}\right]$$

$$L_i = \log\left(\frac{1}{\psi_i}\right) - \left(\frac{x_i}{\psi_i}\right)$$

$$L_i = -\log(\psi_i) - \left(\frac{x_i}{\psi_i}\right)$$

Fungsi *likelihood* untuk densitas bersamanya adalah

$$L = \sum_{i=1}^{T}\left[-\log(\psi_i) - \left(\frac{x_i}{\psi_i}\right)\right]$$

Setelah diperoleh beberapa model, selanjutnya adalah dipilih model yang baik sebagai alat untuk estimasi. Metode pemilihan model antara lain dengan melihat nilai *AIC* (*Akaike Information Criterion*), dan *SC* (*Schwarz Criterion*).

Selanjutnya setelah diperoleh persamaan model *EACD*(r,s) yang tepat untuk estimasi, langkah berikutnya adalah pemeriksaan diagnostik yaitu dengan memeriksa apakah data runtun waktu masih mengandung korelasi serial atau tidak.

5. Pemeriksaan Diagnostik Model *EACD*(r,s)

Pemeriksaan diagnostik dilakukan untuk mengetahui apakah data runtun waktu tersebut masih mengandung korelasi serial atau tidak. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan analisis residual yaitu dengan menggunakan uji independensi residual.

Uji independensi residual dari autokorelasi sekumpulan residual yang telah diperoleh digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya korelasi residual antar *lag*. Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam melakukan uji independensi residual adalah

a) merumuskan hipotesis

H_0 : $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *independent* yaitu tidak terdapat korelasi serial tersisa di dalam residual antar *lag*.

H_1 : $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *dependent* yaitu terdapat korelasi serial tersisa di dalam residual antar *lag*.

b) menetapkan taraf signifikansi

Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 5%.

c) statistik uji

Uji dilakukan dengan menggunakan Q-statistik yaitu uji Ljung-Box. Statistik uji dari Ljung-Box (William, 1994: 149-150) adalah:

$$LB_{hitung} = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\frac{\hat{\rho}_{\varepsilon}^{2}(k)}{n-k} \tag{3.15}$$

dengan

n : ukuran sampel

m : *lag* maksimum

$\hat{\rho}_{\varepsilon}(k)$: autokorelasi dari nilai sisa untuk $k = 1,2,\ldots,m$

Penentuan besaran *m* biasanya ditetapkan sebanyak dua musim atau secara umum sebanyak 20 periode (Aritonang, 2002: 104).

d) menentukan kriteria pengujian

Uji Ljung-Box mengikuti distribusi khi-kuadrat (χ^2) dengan derajat kebebasan (db) sebesar *m* (*lag* maksimum). H_0 ditolak jika LB_{hitung} > LB_{tabel} dari tabel distribusi χ^2, artinya $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *dependent*.

e) melakukan perhitungan

Pada langkah ini, dihitung LB_{hitung} berdasarkan rumus (3.13) dan LB_{tabel} berdasarkan tabel distribusi χ^2.

f) menarik kesimpulan

Kesimpulan diperoleh berdasarkan kriteria pengujian yaitu jika H_0 ditolak maka $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *dependent* atau terdapat korelasi serial tersisa didalam residual antar *lag*.

D. Kriteria Pemilihan Model

Kriteria pemilihan model *EACD* menggunakan *AIC* dan *SC*.

1. Kriteria pemilihan model dengan *AIC* (*Akaike Information Criterion*)

   Pada tahun 1974 seorang ahli statistik dari jepang yaitu Profesor Hirotugu Akaike mengusulkan suatu metode untuk menguji ketepatan suatu model, yang kemudian disebut dengan *AIC* (*Akaike Information Criterion*). Metode *AIC* (Widarjono, 2005: 245) didefinisikan sebagai berikut:

$$AIC = \log\left(\frac{\sum e_i^2}{n}\right) + \frac{2k}{n}$$

   dengan

   e_i^2 : residual kuadrat
   k : jumlah parameter
   n : jumlah data.

2. Kriteria pemilihan model dengan *SC* (*Schwarz Criterion*)

   Kriteria pemilihan model dengan *SC* (Widarjono, 2005: 245) didefinisikan dengan:

$$SC = \log\left(\frac{\sum e_i^2}{n}\right) + \frac{k}{n}\log n$$

   dengan

e_i^2 : residual kuadrat
k : jumlah parameter
n : jumlah data.

Model yang baik adalah model dengan nilai *AIC*, dan *SC* yang lebih kecil.

Setelah diperoleh persamaan model *EACD*(r,s) yang tepat untuk estimasi, langkah berikutnya adalah menguji apakah *error* dari model *EACD* benar-benar berdistribusi Eksponensial standar atau tidak.

Untuk model *Exponential Autoregerssive Conditional Duration* (*EACD*), *error* akan berdistribusi Eksponensial. Untuk menguji asumsi tersebut dilakukan uji kecocokan model (*Goodness Of Fit*) dari distribusi Eksponensial yaitu dengan menggunakan plot probabilitas (Engle & Russel, 1998: 19), dengan sumbu X menyatakan *error* dari data pengamatan dan sumbu Y adalah persentase jumlah data *error*. Apabila titik-titik *error* dari data pengamatan mengikuti suatu garis lurus maka *error* dapat dikatakan berdistribusi Eksponensial.

Suatu peubah acak $X \sim EXP(1)$ mempunyai fungsi distribusi kumulatif sebagai berikut :

$$F(x) = 1 - \exp(-x) \tag{3.16}$$

Plot probabilitas dari peubah acak $X \sim EXP(1)$ dengan fungsi distribusi kumulatif seperti pada persamaan (3.16) adalah berdasarkan hubungan antara *error* dan fungsi distribusi kumulatifnya yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$F(\varepsilon) = 1 - \exp(-\varepsilon)$$

$$1 - F(\varepsilon) = \exp(-\varepsilon)$$

(3.17)

dengan mengambil nilai log untuk kedua ruas pada persamaan (3.14) diperoleh :

$$\log(1 - F(\varepsilon)) = -\varepsilon$$

(3.18)

$$\varepsilon = \log \frac{1}{1 - F(\varepsilon)}.$$

(3.19)

Dengan demikian, berdasarkan persamaan (3.19) dapat dilihat adanya hubungan linear antara ε dan $\log \frac{1}{1 - F(\varepsilon)}$, sehingga apabila digambarkan akan membentuk suatu garis lurus.

E. Penerapan Model *EACD*

Untuk lebih memahami model *EACD* seperti yang telah diuraikan diatas, penulis akan memberikan dua contoh penerapannya dalam data transaksi saham.

1. Penerapan Model *EACD* Pada Data Transaksi Saham IBM Corporation

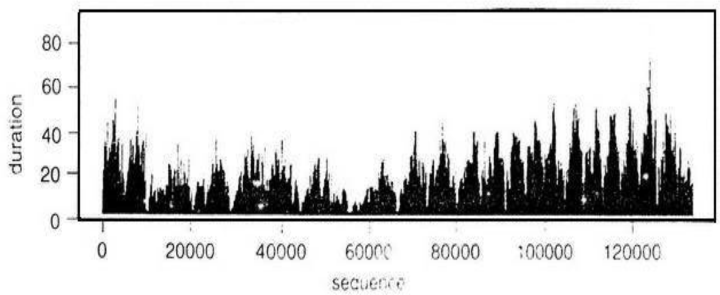
Data yang digunakan pada contoh ini merupakan data transaksi saham IBM Corporation periode 1 November 1990 sampai 7 November 1990. Data berasal dari *Trades*, *Order Report*, *and Quotes* (*TORQ*) yang diambil dari *NYSE* (*New York Stock Exchange*). Waktu transaksi yang terjadi dicatat dalam satuan detik dan terlampir pada Lampiran I.

Data transaksi saham IBM Corporation periode 1 November 1990 sampai 7 November 1990 merupakan data yang mempunyai frekuensi yang tinggi oleh karena itu digunakan model *ACD* dengan *error* berdistribusi eksponensial (*EACD*). Dari data tersebut, akan ditentukan model *EACD* yang baik sehingga diperoleh estimasi waktu kedatangan transaksi periode berikutnya dengan tepat?

Langkah-langkah untuk mendapatkan model *EACD* yang terbaik adalah sebagai berikut:

a. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung durasi yaitu dengan mengambil selisih antara waktu kedatangan transaksi pada saat ke-i $\left(t_i\right)$ dengan waktu kedatangan transaksi sebelumnya $\left(t_{i-1}\right)$, diperoleh plot data durasi dan ringkasan statistik data durasi sebagai berikut

Gambar 3.1 : Plot Data Durasi
Transaksi Saham IBM Corporation



Tabel 3.1: Ringkasan Statistik Data Durasi Transaksi Saham IBM Corporation

Statistik	Nilai
Mean	31.38
Median	16.00
Maksimum	1239.00
Minimum	1.00
Std. Dev	46.091

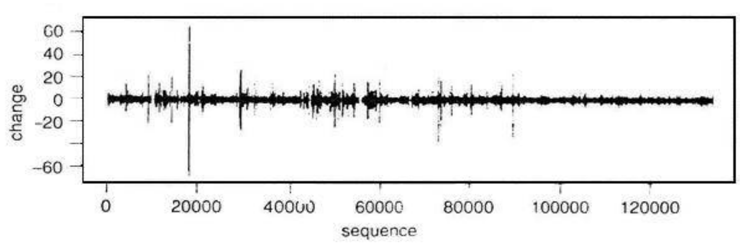
Dari Tabel 3.1 terlihat bahwa rata-rata durasi transaksi saham IBM Corporation pada periode 1 November 1990 sampai 7 November 1990 adalah 31.38 dengan durasi tertinggi 1239.00 dan terendah 1.00. Sedangkan median atau nilai tengahnya adalah 16.00 dengan simpangan baku 46.091.

b. Penyelarasan Data

Setelah diperoleh data durasi, langkah selanjutnya adalah dengan menyelaraskan data (*Diurnally adjusted*) yaitu dengan membuang pola harian dari efek hari. Hal tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *smoothing spline* yaitu dengan mengambil nilai rasio dari durasi terhadap nilai penyesuaiannya. Dari penyelarasan data ini, akan diperoleh data durasi yang sudah diselaraskan. Penyelarasan data ini dilakukan dengan menggunakan program dari Eviews 4.0.

Terdapat 3534 data transaksi yang telah diselaraskan. Adapun plot dan ringkasan statistik data durasi transaksi saham IBM yang telah diselaraskan adalah

Gambar 3.2 : Plot Data Durasi yang Diselaraskan Transaksi Saham IBM Corporation



Tabel 3.2: Ringkasan Statistik Data Durasi yang Diselaraskan Transaksi Saham IBM Corporation

Statistik	Nilai
Mean	3.291779
Median	1.895900

Maksimum	43.42200
Minimum	0.079000
Std. Dev	4.075583

Dari data durasi yang telah diselaraskan diperoleh nilai rata-rata sebesar 3.291779 dengan durasi tertinggi adalah 43.42200 dan terendah 0.079000. Sedangkan median atau nilai tengahnya adalah 1.895900 dengan simpangan baku 4.075583.

c. Pengujian adanya Efek *ACD*

Sebelum melakukan estimasi model *ACD*, akan lebih tepat jika diperiksa terlebih dahulu apakah efek *ACD* benar-benar muncul dalam data. Pengujian *ACF* dari durasi yang telah diselaraskan dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan mengenai keberadaan efek *ACD* dalam data. Untuk mendeteksi ada tidaknya efek *ACD*, dapat dilakukan dengan menganalisis *correlogram* maupun uji statistik dari Ljung-Box.

Tabel 3.3: Nilai *AC* dan *PAC* data durasi yang diselaraskan Transaksi Saham IBM Corporation

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.067	0.067	15.754	0.000
		2	0.057	0.053	27.393	0.000
		3	0.038	0.031	32.485	0.000
		4	0.046	0.039	40.044	0.000
		5	0.035	0.027	44.471	0.000
		6	0.056	0.047	55.659	0.000
		7	0.036	0.025	60.372	0.000
		8	0.056	0.044	71.459	0.000
		9	0.032	0.019	75.203	0.000
		10	0.026	0.012	77.659	0.000
		11	0.026	0.014	80.080	0.000
		12	0.044	0.031	86.805	0.000
		13	0.023	0.009	88.633	0.000
		14	0.012	-0.003	89.104	0.000
		15	0.016	0.005	90.053	0.000
		16	0.029	0.018	92.956	0.000
		17	0.052	0.041	102.39	0.000
		18	0.025	0.011	104.69	0.000
		19	0.027	0.013	107.24	0.000
		20	0.053	0.040	117.22	0.000

Langkah-langkah Uji Statistik Ljung-Box untuk mendeteksi ada tidaknya efek *ACD* pada data adalah

1) merumuskan hipotesis

H_0 : $\rho_\varepsilon(k) = 0$ untuk semua nilai k, yaitu nilai semua koefisien *ACF* tersebut sampai dengan *lag* tertentu sama dengan nol.

H_1 : Minimal ada 1 *lag* dengan $\rho_\varepsilon(k) \neq 0$.

atau

H_0 : tidak terdapat efek *ACD* pada data.

H_1 : terdapat efek *ACD* pada data.

2) menetapkan taraf signifikansi

$\alpha = 0{,}05$

3) statistik uji

Uji dilakukan dengan menggunakan statistik uji Ljung-Box.

4) menentukan kriteria pengujian

H_0 ditolak jika $LB_{hitung} > LB_{tabel}$ dari tabel distribusi χ^2

5) melakukan perhitungan

Dari tabel 3.3 terlihat bahwa nilai probabilitasnya signifikan sampai *lag* 20. Selanjutnya nilai Q-Stat (LB) sampai *lag* ke 20 dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\hat{\rho}^2(k)}{n-k}\right)$$

$$= 3534\,(3536)\left(\frac{0.067^2}{3533} + \frac{0.057^2}{3532} + \frac{0.038^2}{3531} + \cdots + \frac{0.027^2}{3515} + \frac{0.053^2}{3514}\right)$$

$$= 3534(3536)\,(0.0000013 + 0.00000092 + 0.00000041 + \cdots$$

$$+ 0.0000008)$$

$$= 3534\,(3536)\,(0.0000094)$$

$$= 117.46$$

Perhitungan secara manual menghasilkan

$LB_{hitung} = 117.46$

dan berdasarkan *output* Eviews 4.0 pada tabel 3.3 diperoleh

$LB_{hitung} =$ 117.22

Tabel distribusi χ^2 dengan $\alpha = 0.05$ dan db = 20 menunjukkan bahwa nilai

$LB_{tabel} =$ 31.410

Perhitungan secara manual dan dengan menggunakan Eviews 4.0 menghasilkan LB_{hitung} yang hampir sama, perbedaan hanya karena pembulatan.

6) menarik kesimpulan

Kesimpulan diperoleh berdasarkan kriteria pengujian yaitu H_0 ditolak jika $LB_{hitung} > LB_{tabel}$. Karena $LB_{hitung} >$ LB_{tabel} yaitu 117.46 > 31.410, maka H_0 ditolak. Artinya terdapat efek *ACD* dalam data.

d. Estimasi Model *EACD*

Dari plot Autokorelasi data yang sudah diselaraskan akan dicoba pemodelan data transaksi yang mempunyai interval waktu kedatangan yang pendek dan takregular untuk beberapa model. Dengan menggunakan prinsip *parsimony* yaitu model yang baik adalah model yang mempunyai parameter yang sedikit selanjutnya akan dibandingkan model *EACD*(1,1) dengan *EACD*(2,2). Untuk dapat mengestimasi model *EACD* ini adalah dengan membuat suatu program estimasi diobjek logl Eviews 4.0 yang terdapat pada lampiran 2.

Model *EACD* dapat ditulis sebagai berikut

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

$$\psi_i = \omega + \sum_{j=1}^{r} \alpha_j X_{i-j} + \sum_{j=1}^{s} \beta_j \psi_{i-j}$$

dengan *error* berdistribusi Eksponensial.

1). Model *EACD*(1,1)

Berikut ini adalah hasil dari estimasi untuk model *EACD*(1,1)

Tabel 3.4: Estimasi Parameter Untuk Model *EACD*(1,1) Transaksi Saham IBM Corporation

LogL: EACD
Method: Maximum Likelihood (BHHH)
Sample: 2 3534
Included observations: 3533
Evaluation order: By observation
Convergence achieved after 52 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
ω	0.185556	0.031416	5.906446	0.0000
α_1	0.065459	0.007690	8.512568	0.0000
β_1	0.879060	0.014448	60.84252	0.0000

Log likelihood	-7689.565	Akaike info criterion	4.354693
Avg. log likelihood	-2.176497	Schwarz criterion	4.359932
Number of Coefs.	3	Hannan-Quinn criter.	4.356562

Secara statistik model diatas sudah signifikan, dan didapat persamaan hasil estimasi sebagai berikut

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

$$\psi_i = 0.185556 + 0.065459 X_{i-1} + 0.879060 \psi_{i-1}$$

2). Model *EACD*(2,2)

Berikut ini adalah hasil dari estimasi untuk model *EACD*(2,2)

Tabel 3.5: Estimasi Parameter Untuk Model *EACD*(2,2) Transaksi Saham IBM Corporation

LogL: EACD
Method: Maximum Likelihood (BHHH)
Sample: 2 3534
Included observations: 3533
Evaluation order: By observation
Convergence achieved after 16 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
ω	0.168601	0.039457	4.273056	0.1189
α_1	0.063972	0.009652	6.627773	0.0000
β_1	0.885231	0.018242	48.52649	0.0000
Log likelihood	-7733.654	Akaike info criterion		4.523608
Avg. log likelihood	-2.160672	Schwarz criterion		4.530594
Number of Coefs.	3	Hannan-Quinn criter.		4.526100

Dari tabel 3.5 diatas terlihat bahwa nilai ω tidak signifikan yaitu sebesar 0.1189>0.05.

Berikut ini akan ditampilkan rangkuman hasil estimasi.

Tabel 3.6: Rangkuman Hasil Estimasi Model

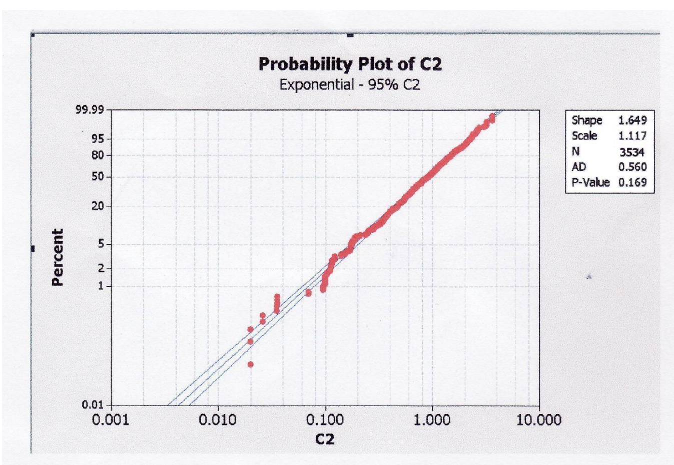
Model	**Log *Likelihood***	***AIC***	***SIC***	***ACF/PACF Standardized Residual***
ECAD(1,1)	− 7689.565	4.354693	4.359932	Tidak ada korelasi
EACD(2,2)	− 7733.654	4.523608	4.530594	Tidak ada

				korelasi

Dari tabel 3.6 diatas tampak bahwa model dengan nilai *AIC* dan *SIC* yang kecil serta dengan nilai log *likelihood* yang besar adalah model *EACD*(1,1), sehingga model yang dapat dipertimbangkan untuk mengestimasi waktu kedatangan transaksi periode berikutnya adalah model *EACD*(1,1).

Dari penjelasan sebelumnya diketahui bahwa untuk model *EACD*, *error* akan berdistribusi Eksponensial. Untuk menyelidiki asumsi bahwa *error* berdistribusi Eksponensial akan dibuat plot probabilitasnya dengan menggunakan software minitab.

Gambar 3.3: Plot Probabilitas *error* Model *EACD*(1,1)
Data Transaksi Saham IBM Corporation



Dari Gambar 3.3 di atas terlihat adanya hubungan linear antara ε dan

$\log \dfrac{1}{1-F(\varepsilon)}$, dan titik-titik dari *error* mengikuti suatu garis lurus.

Berdasarkan Probabilitasnya:

1. hipotesis

H_0 : *error* berdistribusi Eksponensial

H_1 : *error* tidak berdistrbusi Eksponensial

2. taraf signifikansi (α) = 0.05

3. daerah penolakan

H_0 ditolak jika p-value < α .

4. kesimpulan

Dari gambar 3.6 diperoleh p-value sebesar 0.169, dengan demikian karena p-value > α (0.169 > 0.05) maka H_0 diterima. Jadi *error* model *EACD* untuk data transaksi saham IBM Corporation berdistribusi Eksponensial.

Dari model *EACD*(1,1) diatas, dapat juga dilakukan estimasi untuk rata-rata dan variansi dari durasi dengan menggunakan rumus (3.6) dan (3.11). Persamaan hasil estimasi model *EACD*(1,1) adalah sebagai berikut

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

$$\psi_i = 0.185556 + 0.065459 X_{i-1} + 0.879060 \psi_{i-1}$$

Estimasi untuk rata-rata

$$E(\psi_i) = \mu_x = \frac{\omega}{1-\alpha_1-\beta_1}$$

$$\mu_x = \frac{0.185556}{1 - 0.065459 - 0.879060} = \frac{0.185556}{0.055481}$$

$$\mu_x = 3.344$$

Estimasi untuk Variansi

$$Var(X_i) = 2\left[\frac{\mu_x(2\omega\alpha_1 + 2\alpha_1\beta_1\mu_x + 2\omega\beta_1) + \omega^2}{1-2\alpha_1^2-\beta_1^2}\right] - \mu_x^2$$

$$Var(X_i) = 2\left[\frac{3.344(0.0242926 + 0.384843 + 0.326229) + 0.034431}{1 - 0.008569 - 0.772746}\right]$$

$$-(3.344)^2$$

$$Var(X_i) = 2\left[\frac{2.49349}{0.21868}\right] - 11.18234$$

$$Var(X_i) = 11.623$$

e. Pemeriksaan Diagnostik

Setelah diperoleh estimasi parameter untuk model *EACD*(1,1), langkah selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan diagnostik. Pemeriksaan diagnostik ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya korelasi serial tersisa dalam residual yang menggunakan uji Statistik Ljung Box.

Tabel 3.7: Nilai *AC* dan *PAC* Residual Model *EACD*(1,1) Transaksi Saham IBM Corporation

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.004	0.004	0.0633	0.801
		2	-0.005	-0.005	0.1482	0.929
		3	-0.013	-0.013	0.7499	0.861
		4	-0.006	-0.006	0.8712	0.929
		5	-0.022	-0.022	2.6235	0.758
		6	0.018	0.018	3.7868	0.706
		7	0.001	0.000	3.7884	0.804
		8	0.012	0.011	4.2761	0.831
		9	-0.004	-0.003	4.3206	0.889
		10	-0.013	-0.013	4.9405	0.895
		11	-0.005	-0.004	5.0207	0.930
		12	0.008	0.007	5.2297	0.950
		13	-0.010	-0.010	5.5975	0.960
		14	-0.017	-0.018	6.6390	0.948
		15	-0.005	-0.005	6.7302	0.965
		16	0.008	0.008	6.9788	0.974
		17	0.022	0.022	8.7335	0.948
		18	0.003	0.002	8.7724	0.965
		19	0.009	0.009	9.0404	0.973
		20	0.023	0.024	10.909	0.949

1) merumuskan hipotesis

H_0 : $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *independent* yaitu tidak terdapat korelasi serial tersisa didalam residual antar *lag*.

H_1 : $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *dependent* yaitu terdapat korelasi serial tersisa didalam residual antar *lag*.

2) menetapkan taraf signifikansi

$\alpha = 0{,}05$

3) memilih statistik uji yang sesuai

Uji dilakukan dengan menggunakan statistik uji Ljung-Box.

4) menentukan kriteria pengujian

H_0 ditolak jika $LB_{hitung} > LB_{tabel}$ dari tabel distribusi χ^2.

5) melakukan perhitungan yang diperlukan

Selanjutnya nilai Q-Stat (LB) sampai *lag* ke 20 dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\hat{\rho}^2(k)}{n-k}\right)$$

$$= 3534\,(3536)\left(\frac{0.004^2}{3533}+\frac{0.005^2}{3532}+\frac{0.013^2}{3531}+\cdots+\frac{0.023^2}{3514}\right)$$

$= 3534\ (3536)\ (0.0000000045 + 0.0000000071 + 0.000000048 + \cdots$

$+ 0.00000015$

$= 3534(3536)(0.00000087)$

$= 10.872$

Perhitungan secara manual menghasilkan

$LB_{hitung} = 10.872$

dan berdasarkan *output* Eviews 4.0 pada tabel 3.7 diperoleh

$LB_{hitung} = 10.909$

Tabel distribusi χ^2 dengan $\alpha = 0.05$ dan db = 20 menunjukkan bahwa nilai

$LB_{tabel} = 31.410$

Perhitungan secara manual dan dengan menggunakan Eviews 4.0 menghasilkan LB_{hitung} yang hampir sama, perbedaan hanya karena pembulatan.

6) menarik kesimpulan

Kesimpulan diperoleh berdasarkan kriteria pengujian yaitu H_0 ditolak jika LB_{hitung} > LB_{tabel}. Karena LB_{hitung} < LB_{tabel} yaitu 10.872 < 31.410, H_0 tidak ditolak. Jadi $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *independent* atau tidak terdapat korelasi serial tersisa di dalam residual antar *lag*.

f. Estimasi

Dengan menggunakan model EACD(1,1) yang diperoleh diatas, akan di prediksi durasi ke 3535, sebagai berikut:

$$\psi_i = 0.185556 + 0.065459 X_{i-1} + 0.879060 \psi_{i-1}$$

$$= 0.185556 + 0.065459\left(89\right) + 0.879060\left(3.344\right)$$

$$= 8.95$$

Sehingga dari hasil prediksi diatas, transaksi akan terjadi 8.95 detik setelah transaksi terakhir terjadi. Karena transaksi terakhir terjadi pada detik ke 44828, maka transaksi berikutnya diprediksi akan terjadi pada detik ke 44836.95

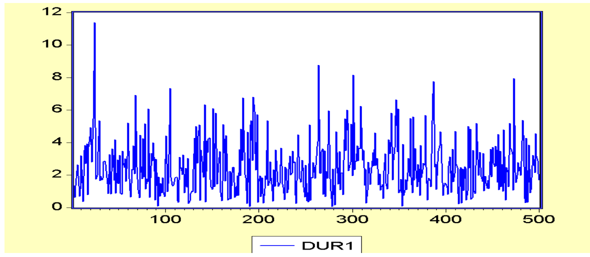
2. Penerapan Model *EACD* Pada Data Transaksi Saham Intel Corporation

Data yang digunakan pada contoh 2 ini merupakan data transaksi saham Intel Corporation periode 2 Januari 2006, yang diambil dari *NASDAQ*(*National Association of Securities Dealers Automated Quotations*). Waktu transaksi yang terjadi dicatat dalam satuan detik dan terlampir pada Lampiran 3.

Data transaksi saham Intel Corporation periode 2 Januari 2006 merupakan data yang mempunyai frekuensi yang tinggi oleh karena itu digunakan model *ACD* dengan error berdistribusi eksponensial (*EACD*). Dari data tersebut, akan ditentukan model *EACD* yang terbaik sehingga diperoleh estimasi waktu kedatangan transaksi periode berikutnya dengan tepat? Langkah-langkah untuk mendapatkan model *EACD* yang terbaik adalah sebagai berikut:

a. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung durasi dari data. Plot dan ringkasan statistik data durasinya adalah sebagai berikut

Gambar 3.4 : Plot Data Durasi
Transaksi Saham Intel Corporation



Tabel 3.8: Ringkasan Statistik Data Durasi Transaksi Saham Intel Corporation

Statistik	Nilai
Mean	34.93
Median	16.00
Maksimum	372.00
Minimum	1.00
Std. Dev	51.07

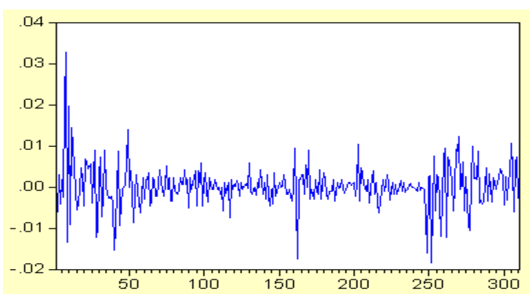
Dari Tabel 3.8 terlihat bahwa rata-rata durasi transaksi saham Intel Corporation pada 2 Januari 2006 adalah 34.93 dengan durasi tertinggi 372.00 dan terendah 1.00. Sedangkan median atau nilai tengahnya adalah 16.00 dengan simpangan baku 51.07.

b. Penyelarasan Data

Setelah diperoleh data durasi, langkah selanjutnya adalah dengan menyelaraskan data (*Diurnally adjusted*) yaitu dengan membuang pola harian dari efek hari. Hal tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *smoothing spline* yaitu dengan mengambil nilai rasio dari durasi terhadap nilai penyesuaiannya. Dari penyelarasan data ini, akan diperoleh data durasi yang sudah diselaraskan. Penyelarasan data ini dilakukan dengan menggunakan program dari Eviews 4.0.

Terdapat 500 data yang telah diselaraskan. Adapun plot dan ringkasan statistik data durasi transaksi saham Intel Corporation yang telah diselaraskan adalah

Gambar 3.5 : Plot Data Durasi yang Diselaraskan Transaksi Saham Intel Corporation



Tabel 3.9: Ringkasan Statistik Data Durasi yang Diselaraskan Transaksi Saham Intel Corporation

Statistik	Nilai
Mean	2.501756
Median	2.234236
Maksimum	11.38433
Minimum	0.052421
Std. Dev	1.616692

Dari data durasi yang telah diselaraskan diperoleh nilai rata-rata sebesar 2.501756 dengan durasi tertinggi adalah 11.38433 dan terendah 0.052421. Sedangkan median atau nilai tengahnya adalah 2.234236 dengan simpangan baku 1.616692.

c. Pengujian adanya Efek *ACD*

Sebelum melakukan estimasi model *ACD*, akan lebih cocok untuk memeriksa apakah efek *ACD* benar-benar muncul dalam data. Pengujian *ACF* sampel dari durasi yang telah diselaraskan dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan mengenai keberadaan efek *ACD* dalam data. Untuk mendeteksi ada tidaknya efek *ACD*, dapat dilakukan dengan menganalisis *correlogram* maupun uji statistik dari Ljung Box.

Tabel 3.10: Nilai *AC* dan *PAC* data durasi yang diselaraskan Transaksi Saham Intel Corporation

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.159	0.159	12.763	0.000
		2	0.087	0.063	16.552	0.000
		3	0.100	0.080	21.631	0.000
		4	0.050	0.019	22.879	0.000
		5	0.043	0.022	23.811	0.000
		6	-0.005	-0.027	23.827	0.001
		7	-0.057	-0.064	25.487	0.001
		8	0.052	0.067	26.842	0.001
		9	0.030	0.023	27.295	0.001
		10	-0.042	-0.048	28.180	0.002
		11	0.012	0.017	28.250	0.003
		12	-0.058	-0.063	29.959	0.003
		13	-0.061	-0.048	31.885	0.002
		14	-0.029	-0.011	32.333	0.004
		15	-0.034	-0.002	32.937	0.005
		16	-0.038	-0.021	33.699	0.006
		17	-0.046	-0.035	34.792	0.007
		18	0.026	0.056	35.146	0.009
		19	-0.036	-0.048	35.825	0.011
		20	-0.013	-0.001	35.908	0.016

Langkah-langkah Uji Statistik Ljung-Box untuk mendeteksi ada tidaknya efek *ACD* pada data adalah

a. merumuskan hipotesis

H_0 : $\rho_\varepsilon(k) = 0$ untuk semua nilai k, yaitu nilai semua koefisien *ACF* tersebut sampai dengan *lag* tertentu sama dengan nol.

H_1 : Minimal ada 1 *lag* dengan $\rho_\varepsilon(k) \neq 0$.

atau

H_0 : tidak terdapat efek *ACD* pada data.

H_1 : terdapat efek *ACD* pada data.

b. menetapkan taraf signifikansi

$\alpha = 0{,}05$

c. statistik uji

Uji dilakukan dengan menggunakan statistik uji Ljung-Box.

d. menentukan kriteria pengujian

H_0 ditolak jika $LB_{hitung} > LB_{tabel}$ dari tabel distribusi χ^2.

e. melakukan perhitungan

Dari tabel 3.10 terlihat bahwa nilai probabilitasnya signifikan sampai *lag* 20. Selanjutnya nilai Q-Stat (LB) sampai *lag* ke 20 dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\hat{\rho}^2(k)}{n-k}\right)$$

$$= 500(502)\left(\frac{0.159^2}{499} + \frac{0.087^2}{498} + \frac{0.100^2}{497} + \cdots + \frac{(-0.036)^2}{481} + \frac{(-0.013)^2}{480}\right)$$

$$= 500(502)(0.000051 + 0.000015 + 0.00002 + \cdots + 0.00000035)$$

$$= 500(502)(0.000143)$$

$$= 35.893$$

Perhitungan secara manual menghasilkan

$$LB_{hitung} = 35.893$$

dan berdasarkan *output* Eviews 4.0 pada tabel 3.10 diperoleh

$$LB_{hitung} = 35.908$$

Tabel distribusi χ^2 dengan $\alpha = 0.05$ dan db = 20 menunjukkan bahwa nilai

$$LB_{tabel} = 31.410$$

Perhitungan secara manual dan dengan menggunakan Eviews 4.0 menghasilkan LB_{hitung} yang hampir sama, perbedaan hanya karena pembulatan.

f. menarik kesimpulan

Kesimpulan diperoleh berdasarkan kriteria pengujian yaitu H_0 ditolak jika $LB_{hitung} > LB_{tabel}$. Karena $LB_{hitung} > LB_{tabel}$ yaitu 35.893 > 31.410, maka H_0 ditolak. Artinya terdapat efek *ACD* dalam data.

d. Estimasi Model *EACD*

Dari plot Autokorelasi data yang sudah diselaraskan akan dicoba pemodelan data transaksi yang mempunyai interval waktu kedatangan yang pendek dan takregular untuk beberapa model. Dengan menggunakan prinsip *parsimony* yaitu model yang baik adalah model yang mempunyai parameter yang sedikit selanjutnya akan dibandingkan model *EACD*(1,1) dengan *EACD*(2,2). Untuk dapat mengestimasi model *EACD* ini adalah dengan membuat suatu program estimasi diobjek logl Eviews 4.0 yang terdapat pada lampiran 4.

Model *EACD* direpresentasikan sebagai

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

$$\psi_i = \omega + \sum_{j=1}^{r} \alpha_j X_{i-j} + \sum_{j=1}^{s} \beta_j \psi_{i-j}$$

dengan *error* berdistribusi Eksponensial.

Berikut ini adalah hasil dari estimasi untuk model *EACD*(1,1)

Tabel 3.11: Estimasi Parameter Untuk Model *EACD*(1,1) Transaksi Saham Intel Corporation

LogL: EACD
Method: Maximum Likelihood (BHHH)
Sample: 2 500
Included observations: 499
Convergence achieved after 30 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
ω	0.656285	0.309608	2.119730	0.0640
α_1	0.132332	0.038981	3.394811	0.0007
β_1	0.606468	0.143863	4.215609	0.0000
Log likelihood	-972.2024	Akaike info criterion		3.911833
Avg. log likelihood	-1.747901	Schwarz criterion		3.945602
Number of Coefs.	3	Hannan-Quinn criter.		3.925085

Dari tabel 3.11 diatas terlihat bahwa nilai ω tidak signifikan yaitu sebesar 0.0640 > 0.05, oleh karena itu diperlukan estimasi ulang untuk model *EACD*(2,2).

Berikut ini adalah hasil dari estimasi untuk model *EACD*(2,2)

Tabel 3.12: Estimasi Parameter Untuk Model *EACD*(2,2) Transaksi Saham Intel Corporation

LogL: EACD
Method: Maximum Likelihood (BHHH)
Sample: 2 500
Included observations: 499
Convergence achieved after 35 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
ω	0.802381	1.006722	0.797023	0.0000
α_1	0.133660	0.110134	1.213611	0.0000
β_1	0.546802	0.456311	1.198310	0.0000
Log likelihood	-952.6385	Akaike info criterion		3.830214
Avg. log likelihood	-1.909095	Schwarz criterion		3.855541
Number of Coefs.	3	Hannan-Quinn criter.		3.840153

Secara statistik model diatas sudah signifikan. Dari tabel 3.12 didapat persamaan hasil estimasi sebagai berikut

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

$$\psi_i = 0.802381 + 0.133660 X_{i-1} + 0.546802 \psi_{i-1}$$

Berikut ini akan ditampilkan rangkuman hasil estimasinya adalah

Tabel 3.13: Rangkuman Hasil Estimasi Model

Model	**Log *Likelihood***	***AIC***	***SIC***	***ACF/PACF Standardized Residual***
ECAD(1,1)	-972.2024	3.911833	3.945602	Tidak ada korelasi
EACD(2,2)	-952.6385	3.830214	3.855541	Tidak ada korelasi

Dari tabel 3.13 diatas tampak bahwa model yang nilai *AIC* dan *SIC*nya kecil serta dengan nilai log *likelihood* yang besar adalah model *EACD*(2,2), sehingga model yang dapat dipertimbangkan untuk mengestimasi waktu kedatangan transaksi periode berikutnya adalah model *EACD*(2,2).

Dari penjelasan sebelumnya diketahui bahwa untuk model *EACD*, *error* akan berdistribusi Eksponensial. Untuk menyelidiki asumsi bahwa *error* berdistribusi Eksponensial akan dibuat plot probabilitasnya dengan menggunakan software minitab.

Gambar 3.6: Plot Probabilitas *error* Model *EACD*(2,2)

Data Transaksi Saham Intel Corporation

Dari Gambar 3.6 di atas terlihat adanya hubungan linear antara ε dan

$\log\frac{1}{1-F(\varepsilon)}$, dan titik-titik dari *error* mengikuti suatu garis lurus.

Berdasarkan Probabilitasnya:

1. hipotesis

H_0 : *error* berdistribusi Eksponensial

H_1 : *error* tidak berdistrbusi Eksponensial

2. taraf signifikansi (α) = 0.05

3. daerah penolakan

H_0 ditolak jika p-value < α .

4. kesimpulam

Dari gambar 3.6 diperoleh p-value sebesar 0.250, dengan demikian karena p-value > α (0.250 > 0.05) maka H_0 diterima. Jadi *error* model *EACD* untuk data transaksi saham Intel Corporation berdistribusi Eksponensial.

Dari model *EACD*(2,2) diatas, dapat juga dilakukan estimasi untuk rata-rata dan variansi dari durasi dengan menggunakan rumus (3.6) dan (3.11).

Persamaan hasil estimasi model *EACD*(2,2) adalah sebagai berikut

$$X_i = \psi_i \varepsilon_i$$

$$\psi_i = 0.802381 + 0.133660 X_{i-1} + 0.546802 \psi_{i-1}.$$

Estimasi untuk rata-rata

$$E(\psi_i) = \mu_x = \frac{\omega}{1 - \alpha_1 - \beta_1}$$

$$\mu_x = \frac{0.802381}{1 - 0.133660 - 0.546802} = \frac{0.802381}{0.319538}$$

$$\mu_x = 2.511$$

Estimasi untuk variansi

$$Var\left(X_i\right)=2\left[\frac{\mu_x\left(2\omega\alpha_1+2\alpha_1\beta_1\mu_x+2\omega\beta_1\right)+\omega^2}{1-2\alpha_1^2-\beta_1^2}\right]-\mu_x^2$$

$$Var\left(X_i\right)=2\left[\frac{2.511\left(0.214492+0.367035+0.877487\right)+0.643815}{1-0.035730-0.298992}\right]-(2.511)^2$$

$$Var\left(X_i\right)=2\left[\frac{4.307399}{0.665278}\right]-6.305121$$

$$Var\left(X_i\right)=6.644$$

e. Pemeriksaan Diagnostik

Setelah diperoleh estimasi untuk model *EACD*(2,2), langkah selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan diagnostik. Pemeriksaan diagnostik ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya korelasi serial tersisa dalam residual yang menggunakan uji Statistik Ljung Box.

Tabel 3.14: Nilai *AC* dan *PAC* Residual Model *EACD*(1,2)
Transaksi Saham Intel Corporation

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.002	-0.002	0.0028	0.958
		2	-0.024	-0.024	0.2953	0.863
		3	0.050	0.050	1.5596	0.669
		4	0.002	0.001	1.5609	0.816
		5	0.012	0.014	1.6333	0.897
		6	-0.032	-0.035	2.1527	0.905
		7	-0.081	-0.081	5.4543	0.605
		8	0.060	0.057	7.2976	0.505
		9	0.039	0.039	8.0660	0.528
		10	-0.050	-0.039	9.3227	0.502
		11	0.024	0.021	9.6136	0.565
		12	-0.054	-0.061	11.125	0.518
		13	-0.050	-0.052	12.403	0.495
		14	-0.011	-0.019	12.466	0.569
		15	-0.015	0.001	12.586	0.634
		16	-0.019	-0.015	12.774	0.689
		17	-0.034	-0.042	13.365	0.711
		18	0.060	0.065	15.218	0.647
		19	-0.020	-0.032	15.423	0.695
		20	0.020	0.021	15.632	0.739

1. merumuskan hipotesis

H_0 : $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *independent* yaitu tidak terdapat korelasi serial tersisa didalam residual antar *lag*.

H_1 : $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *dependent* yaitu terdapat korelasi serial tersisa didalam residual antar *lag*.

2. menetapkan taraf signifikansi

$\alpha = 0{,}05$

3. memilih statistik uji yang sesuai

Uji dilakukan dengan menggunakan statistik uji Ljung-Box.

4. menentukan kriteria pengujian

H_0 ditolak jika $LB_{hitung} > LB_{tabel}$ dari tabel distribusi χ^2 .

5. melakukan perhitungan yang diperlukan

Selanjutnya nilai Q-Stat (LB) sampai *lag* ke 20 dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\hat{\rho}^2(k)}{n-k}\right)$$

$$= 500(502)\left(\frac{(-0.002)^2}{499} + \frac{(-0.024)^2}{498} + \frac{(0.050)^2}{497} + \cdots + \frac{(0.020)^2}{480}\right)$$

$$= 500(502)(0.0000000080 + 0.0000012 + 0.000005 + \cdots + 0.00000083)$$

$$= 500(502)(0.0000627)$$

$$= 15.738$$

Perhitungan secara manual menghasilkan

$LB_{hitung} =$ 15.738

dan berdasarkan *output* Eviews 4.0 pada tabel 3.14 diperoleh

$LB_{hitung} =$ 15.632

Tabel distribusi χ^2 dengan $\alpha = 0.05$ dan db = 20 menunjukkan bahwa nilai

$LB_{tabel} = 31.410$

Perhitungan secara manual dan dengan menggunakan Eviews 4.0 menghasilkan LB_{hitung} yang hampir sama, perbedaan hanya karena pembulatan.

6. menarik kesimpulan

Kesimpulan diperoleh berdasarkan kriteria pengujian yaitu H_0 ditolak jika $LB_{hitung} > LB_{tabel}$. Karena $LB_{hitung} <$ LB_{tabel} yaitu 15.738 < 31.410, H_0 tidak ditolak. Jadi $\{\varepsilon_t\}$ merupakan suatu barisan yang *independent* atau tidak terdapat korelasi serial tersisa di dalam residual antar *lag*.

f. Estimasi

Dengan menggunakan model *EACD*(2,2) yang diperoleh diatas, akan di prediksi durasi ke 501, sebagai berikut:

$$\psi_i = 0.802381 + 0.133660 X_{i-1} + 0.546802 \psi_{i-1}$$

$$= 0.802381 + 0.133660\left(96\right) + 0.546802\left(2.511\right)$$

$$= 15.01$$

Sehingga dari hasil prediksi diatas, transaksi akan terjadi 15.01 detik setelah transaksi terakhir terjadi. Karena transaksi terakhir terjadi pada detik ke 57646, maka transaksi berikutnya diprediksi akan terjadi pada detik ke 57661.01